

{ Conocimientos doblemente libres en la expansión sistémica de la propiedad intelectual¹ }

Antonela Isoglio²

Recibido: 31/07/2020; Aceptado: 16/09/2020

Cómo citar: Isoglio, A. (2020). Conocimientos doblemente libres en la expansión sistémica de la propiedad intelectual. *Revista Hipertextos*, 8 (14), pp. 137-163. DOI: <https://doi.org/10.24215/23143924e023>

Resumen. Los conocimientos *doblemente libres* se caracterizan por circular con restricciones mínimas de uso, pero también porque su aprovechamiento está exento de remunerar a sus productores. Este trabajo busca comprender los flujos de conocimientos que adoptaron este carácter en la década de 1980, a partir del estudio de caso. Las unidades de análisis son los proyectos GNU, Perl y GenBank. En sus configuraciones materiales cognitivas, hallamos conocimientos objetivos, subjetivos, intersubjetivos y biológicos, que se concretizaron en bienes informacionales regulados por licencias de derechos de autor o el dominio público.

Palabras clave: capitalismo informacional, derecho de autor, dominio público, software libre, base de datos.

Double free knowledge in the systemic expansion of intellectual property

Abstract. The *doubly free* knowledge is characterized by circulating with minimal restrictions of use, but also because its use is exempt from remunerating its producers. This work seeks to understand the knowledge flows that adopted this character in the 1980s, based on the case study. The units of analysis are the GNU, Perl and GenBank projects. In its cognitive material configurations, we find objective, subjective, intersubjective and biological knowledge, which materialized in informational goods regulated by copyright licenses or the public domain.

Keywords: informational capitalism, copyright, public domain, free software, database.

¹ Una versión preliminar de este trabajo fue presentada como ponencia en el Tercer Congreso Argentino de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, organizado por la Universidad Nacional de Mar del Plata en 2019.

² Profesora de la Universidad Nacional de Córdoba. Becaria Doctoral del CONICET. Licenciada en Comunicación Social por la Universidad Nacional de Córdoba. Maestranda en Tecnología, Políticas y Culturas de la Universidad Nacional de Córdoba. Doctoranda en Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Cuyo. Actualmente desarrolla estudios sobre procesos de producción colaborativa de tecnologías digitales abiertas en el capitalismo informacional. Contacto: antoisoglio@gmail.com

Conhecimento *duplo livre* na expansão sistêmica da propriedade intelectual

Resumo. O conhecimento *duplamente livre* é caracterizado por circular com restrições mínimas de uso, mas também porque seu uso está isento de remunerar seus produtores. Este trabalho busca compreender os fluxos de conhecimento que adotaram esse caráter na década de 1980, com base no estudo de caso. As unidades de análise são os projetos GNU, Perl e GenBank. Em suas configurações de material cognitivo, encontramos conhecimento objetivo, subjetivo, intersubjetivo e biológico, que se materializou em bens informacionais regulados por licenças de direitos autorais ou de domínio público.

Palavras-chave: capitalismo informacional, direitos autorais, domínio público, software livre, banco de dados

1. Introducción

A finales de la década de 1970 y durante los años ochenta, el sistema capitalista experimentó una metamorfosis que implicó tanto una reestructuración económica y organizativa (Castells, 1995, 2000), como un proceso de expansión masiva y sistémica de la propiedad intelectual (Moulier-Boutang, 2004; Zukerfeld, 2017b). Este último abarcó la extensión de leyes, escala, duración, alcance, litigios y jurisdicción de derechos exclusivos sobre los conocimientos (Zukerfeld, 2017b)³. Las razones de este avance del capital se relacionan con un conjunto de transformaciones tecnológicas, económicas, sociales y culturales que estaban ocurriendo a escala global.

En el núcleo del capitalismo, los procesos productivos comenzaron a exhibir características distintivas frente a los típicos de la etapa industrial (Zukerfeld, 2010b)⁴. Entre ellas, se destaca que sus resultados son fundamentalmente *bienes*, y no servicios: se trata de combinaciones variables de materia/energía y conocimientos, que están objetivadas por fuera del cuerpo humano y pueden circular más allá del momento de su producción (Zukerfeld, 2010a). Asimismo, dichos bienes revisten el carácter de *informativos*, dado que tienen a la información digital como insumo decisivo —en diverso grado⁵— en los procesos productivos que les dan origen (Zukerfeld, 2010b).

La característica singular de los bienes informativos es su sensibilidad a la *replicabilidad* (Rullani, 2004; Zukerfeld, 2005, 2010b). Esto significa que se producen en ciclos productivos en los cuales los costos fijos —o los de producir la primera unidad— son muy elevados, mientras que los costos marginales —o los de producir las siguientes unidades— tienden a ser muy bajos (Zukerfeld, 2007). Dicho con otras palabras, pueden replicarse con costos ínfimos en relación con el coste de producción inicial (Rullani, 2004). Esta propiedad proviene de la materialidad de la *información digital*, dado que se trata de una forma de conocimiento codificada binariamente mediante señales eléctricas de encendido-apagado en un medio objetivo (Zukerfeld, 2010a: 98).

Además de la replicabilidad, el soporte material les confiere otras propiedades económicas a los bienes informativos. Por un lado, la unidad de información digital —el bit— es exactamente igual una a la otra (Zukerfeld, 2010a). Esto implica que, una vez que otras formas de materia/energía o conocimientos han sido traducidas a información digital, ésta opera como *equivalente general*. Así pues, los contenidos, los datos, las secuencias genéticas o los programas informáticos, que han sido objetivados como bienes informativos, pueden descomponerse en una cantidad determinada de bits y traducirse más fácilmente entre sí que los bienes analógicos.

3 Sumado a lo anterior, los fenómenos de propretización y de unificación lingüística y jurídica de derechos monopólicos divergentes, como los derechos de autor y las patentes, tornaron a un conjunto heterogéneo de regulaciones capitalistas de acceso a los conocimientos en *sistema* de propiedad intelectual, constituyendo así una totalidad propia de esta etapa del capitalismo (Zukerfeld, 2017b).

4 El análisis empírico realizado por Zukerfeld (2010b) detectó que tienen como principales medios de trabajo a las tecnologías digitales y la información digital, la intensidad del consumo de materia/energía es menor —en términos relativos— que la de los procesos industriales, y sus resultados son fundamentalmente bienes, cuya regulación de acceso se produce a través de la propiedad intelectual y, de manera complementaria, a través de la apropiación incluyente. Todo ello permite caracterizarlos como *procesos productivos informativos* (Zukerfeld, 2010b: 206-207).

5 Según el grado en el que se componen de información digital, pueden distinguirse tres tipos de bienes informativos. Pero, dado el interés de este trabajo, las alusiones al concepto remitirán específicamente a los «bienes informativos en un sentido estricto», es decir, bienes que son reducibles a información digital (Zukerfeld, 2010b: 207). Algunos ejemplos son el software, las bases de datos, los contenidos y los datos digitales.

Por otro lado, la materialidad ofrece la posibilidad de mensura de sus magnitudes físicas (Zukerfeld, 2010b).

Estos atributos de los bienes informacionales, especialmente su sensibilidad a la *replicabilidad*, les habilita a escapar fácilmente de la órbita de la propiedad privada física, en la que se había sustentado el control de los resultados de los procesos productivos durante el capitalismo industrial (Zukerfeld, 2010b). Por lo tanto, la expansión sistémica de la propiedad intelectual ocurrida desde finales de la década de 1970 permitió superar la contradicción dialéctica existente entre la totalidad capitalista emergente y una particularización de sí misma, consistente en las regulaciones de acceso a los conocimientos (Zukerfeld, 2017b). Precisamente, el cambio de rol y alcance de la propiedad intelectual sentó las bases para la fusión entre ambas totalidades en una nueva etapa histórica del capitalismo.

Sin embargo, en los inicios del *capitalismo informacional* (Castells, 2000; Zukerfeld, 2010b), el desarrollo de formas de regulación que permiten el acceso y la traducción de los conocimientos objetivados en los bienes informacionales sin una lógica de apropiación excluyente comenzó a despertar el interés de académicos y activistas esperanzados con detener el avance del capital. En algunos casos, las interpretaron como una *subversión* de la expresión jurídica de la propiedad intelectual (Blondeau, 2004; Moulier-Boutang, 2004). Nos referimos, por ejemplo, a las licencias de software libre y de código abierto que regulan el acceso a los conocimientos cristalizados en las *distros* o distribuciones de software, elaboradas con base en el sistema operativo GNU/Linux.

Los conocimientos cristalizados en dichos bienes son *libres* porque circulan con restricciones mínimas de uso, en oposición al ejercicio monopólico de todos los derechos de explotación previsto en la regulación ordinaria. Sin embargo, esta *libertad* no debe opacar otra: el uso mercantil de dichos conocimientos está legalmente desembarazado de la obligación de retribuir monetariamente a los productores de estos bienes.⁶ Por ello, Zukerfeld (2010c) los caracteriza como conocimientos *doblemente libres*, estableciendo una analogía con la noción marxiana de *trabajadores doblemente libres*.

En las décadas posteriores, numerosas iniciativas promovieron la producción y circulación de conocimientos *doblemente libres*. En este sentido, podemos mencionar a Open Access (Budapest Open Access Initiative, 2002), Open Knowledge (Molloy, 2011), Free Culture (Lessig, 2004), Free Cultural Works (Mako Hill, 2007), Open Government Data (Malamud, 2007; Public.Resource.Org, 2007), Open Science Hardware (GOSH Community Forum, 2016), entre otras. Actualmente los bienes cuyos conocimientos detentan este carácter pueden ser desde una receta de cocina (Borkenhagen, 2017) hasta el diseño de un objeto tangible (Balka, 2011). En algunos casos, se obtienen como resultado de procesos de producción colaborativa (*peer-to-peer production*), desarrollados en plataformas digitales en internet, en los cuales los productores participan voluntariamente sin recibir remuneración por su contribución (Bauwens, 2005; Benkler, 2006; Zukerfeld, 2010b, 2017a).

Ante la expansión de alcance de los conocimientos *doblemente libres* (Pomerantz y Peek, 2016), nos preguntamos por las diversas clases de conocimientos que, traducidas a información digital,

⁶ Este concepto representa un instrumental analítico pertinente para abordar la producción y el uso de conocimientos regulados mediante licencias de derechos de autor y bajo el dominio público, con la excepción de algunas regulaciones de acceso que eluden el aprovechamiento mercantil impago de los conocimientos *doblemente libres*, como Peer Production License (PPL) y Commons License (CL) (Lund y Zukerfeld, 2020), pero que no serán consideradas en este trabajo dado que constituyen normativas desarrolladas con posterioridad al período temporal analizado.

revisten esta condición. En particular, nos retrotraemos a los años ochenta, para considerar los procesos productivos de bienes informacionales que, eludiendo a las formas de apropiación excluyente en expansión, regularon el acceso a los conocimientos en ellos cristalizados adoptando las *dos libertades* constitutivas de la noción mencionada.

El objetivo general de este trabajo es comprender los flujos de diversas clases de conocimientos que, traducidos a información digital y objetivados como bienes informacionales, adoptaron el carácter de *doblemente libres* en la década de 1980, a partir del análisis de caso. Como objetivos específicos, se propone identificar los flujos que componen la configuración material cognitiva de las unidades de análisis en relación estrecha con la noción de conocimientos *doblemente libres*, y analizar los distintos tipos conocimientos que, transformados a información digital y concretizados como bienes informacionales, revisten dicho carácter.

El marco teórico que sustenta el análisis proviene del *materialismo cognitivo* (Zukerfeld, 2010a, 2017a). Desde esta perspectiva, el *conocimiento* es considerado una propiedad emergente de la materia/energía, por lo que ésta se convierte en un soporte que le confiere determinados atributos (2017a: 24). En este sentido, se distinguen cuatro niveles de materialidad en los que existe el conocimiento: *objetivo*, *biológico*, *subjetivo* e *intersubjetivo* (2017a: 53). Mientras que el primero es el único en el cual los conocimientos existen por fuera de los seres vivos, el tercero y el cuarto refieren específicamente a la materialidad de sujetos individuales o colectivos, respectivamente.

La distinción de soportes materiales del conocimiento es el punto de partida para la *tipología materialista del conocimiento* (Zukerfeld, 2017a, 2017c), que diferencia entre los conocimientos *objetivos*, *biológicos*, *subjetivos* e *intersubjetivos*, y desagrega entidades menores al interior de cada una de estas clases, facilitando así su estudio empírico. Cuando esta tipología se aplica al análisis sistemático de una totalidad empírica, situada en el tiempo y el espacio, permite obtener una *configuración material cognitiva* (Zukerfeld, 2017c: 15). Según el autor: «[...] es el conjunto de flujos de las diversas clases de conocimientos (en base a sus soportes) para una totalidad dialéctica dada» (Zukerfeld, 2010a: 111).

A continuación, se expone el diseño metodológico de la investigación. Las secciones que le siguen presentan el análisis de las configuraciones materiales cognitivas de las unidades seleccionadas para el estudio. Por último, las conclusiones reflexionan acerca de los flujos de diversas clases de conocimientos que revisten el carácter de *doblemente libres* en los casos analizados.

2. Metodología

La investigación de la que resulta este artículo es de alcance descriptivo y recurre al método de estudio de caso múltiple, con un tipo de diseño holístico (Yin, 2014). Los resultados de este trabajo no son generalizables a los procesos productivos informacionales de la década. Por el contrario, exponen los flujos de conocimientos reconocidos en casos paradigmáticos, que nos permiten comprender profundamente su funcionamiento en cada contexto situado.

Las unidades de análisis seleccionadas son los procesos productivos informacionales de *The GNU Project*, *Perl* y *GenBank*, durante el período de 1980-1990. La elección de estas unidades productivas se funda en la importancia que cada una de ellas ha tenido para facilitar el uso de conocimientos *doblemente libres* en procesos productivos con fines de lucro ocurridos durante las décadas siguientes, tal y como hacemos referencia en el análisis.

La técnica de recolección de datos empleada consiste en la revisión documental. Ésta implicó un proceso secuencial de búsqueda y análisis de fuentes de información secundarias, compuesto por las siguientes tareas: análisis conceptual, elección de los recursos de búsqueda documental, preparación de la estrategia, recuperación de la información, análisis cualitativo del corpus documental y escritura de los resultados.

Las bases de datos bibliográficas utilizadas para extraer las fuentes documentales fueron las siguientes: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Sistema de Información Científica de la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Redalyc) y European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences (ERIH PLUS). Además, incorporamos el buscador especializado Google Scholar. La estrategia de búsqueda respondió a un criterio de precisión, por lo cual las sintaxis de búsqueda se valieron de los operadores booleanos para delimitar las condiciones que debían cumplir los resultados. La descarga de los textos completos fue posibilitada por el acceso abierto a las publicaciones en sus sitios web en internet, el acceso institucional de la Universidad Nacional de Córdoba provisto mediante suscripción de la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación a los paquetes editoriales comerciales, y recursos de internet (sitios de redes sociales en los cuales los investigadores depositan sus trabajos y, especialmente, Sci-Hub). Tras la recuperación de información, iniciamos el proceso de lectura comprensiva del texto completo de los documentos recolectados, que nos permitió realizar las limitaciones y ampliaciones necesarias, por ejemplo, a partir de rastrear algunas obras puntuales citadas en los textos. Asimismo, incorporamos documentos procedentes de los sitios Web oficiales de los proyectos analizados. El corpus definitivo para la escritura del artículo se delimitó en 28 fuentes documentales que permitieron identificar las configuraciones materiales cognitivas de las unidades seleccionadas y analizar los flujos de los distintos tipos de conocimientos que, traducidos a información digital y objetivados en bienes informacionales, revisten el carácter de *doblemente libres*.

3. Producción de software y bases de datos en la expansión de regulaciones capitalistas de acceso a los conocimientos

En los Estados Unidos, la década de 1980 inició con períodos de recesión, transcurridos en 1980 y 1981-1982, los cuales afectaron prácticamente a todos los sectores de la actividad económica (Urquhart y Hewson, 1983). En aquel contexto de crisis, la producción de software constituyó unas de las pocas áreas de crecimiento real de la economía (Levy, 2010; Steinmueller, 1995).

Desde mediados de los años sesenta, la producción de programas informáticos había comenzado a separarse de la fabricación de computadoras, pero la baja estandarización de las máquinas limitaba el tamaño del mercado de *software* (Steinmueller, 1995). En los años setenta, aunque la difusión de las microcomputadoras generó una gran demanda de programas, la producción aún estaba orientada a necesidades empresariales y usos específicos (Zuckerfeld, 2010b).

A finales de la década de 1970, la proliferación de computadoras personales de bajo costo, vendidas principalmente por Apple, Tandy Corporation, Commodore International y Atari, creó una demanda masiva de programas (Levy, 2010). A ésta respondieron las empresas de *software*, generando un nuevo mecanismo de distribución de programas informáticos, mediante su venta

en tiendas comerciales de computación. Esta disponibilidad masiva de programas para las computadoras personales representaría la concreción del *hacker dream*: «[...] computadoras como tocadiscos: irías a la tienda de software, elegirías los últimos lanzamientos, y te irías fuera»⁷ (Levy, 2010: 313).

A principios de los años ochenta, tanto la proliferación de computadoras personales como el nuevo mecanismo de distribución de programas dieron lugar a lo que Levy (2010) denomina como la *tercera generación de hackers*. Para ellos, el acceso a los conocimientos tecnológicos y la materia/energía de las computadoras no representaba un desafío como lo había sido para las generaciones previas. Éste se obtenía a partir de la compra de una computadora personal o el uso de la que poseía un amigo. Además, siguiendo al autor, los hackers de tercera generación nunca tuvieron el sentido de comunidad de sus predecesores, porque el proceso de intercambio de conocimientos intersubjetivos, como la *ética hacker* (Himanen, 2001), y el aprendizaje de conocimientos subjetivos, como las técnicas de programación, se produjeron a partir del *hacking* en sí, desarrollado en ámbitos privados (Levy, 2010).

A principios de los años ochenta, la novedosa forma de distribución masiva de *software* se anudó con una transformación de su regulación, todo lo cual habilitó la generación de un modelo de negocio basado en la venta de bienes informacionales *empaquetados*. En 1980, el *software* fue incluido en la regulación del *copyright* de Estados Unidos, a partir de las enmiendas de las secciones 101 y 117 de la *Copyright Act of 1976* (Zukerfeld, 2017b). Posteriormente, en el ámbito internacional, esto fue extendido a los países firmantes del Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (Organización Mundial del Comercio, 1994).

Siguiendo a Zukerfeld (2017b: 252): «[...] un régimen diseñado para proteger obras culturales comenzó a ser aplicado para proteger un medio de producción, el cual generalmente está sujeto al régimen de patentes»⁸. Desde la perspectiva de los titulares de los derechos patrimoniales de *software*, proteger a los programas informáticos mediante un régimen creado para regular textos, fotografías y melodías, entre otras obras literarias y artísticas, presenta una serie de ventajas. En primer lugar, la duración de los derechos de explotación es más larga en el *copyright* que en el régimen de patentes. En segundo lugar, a partir de *The Copyright Act of 1976* (U.S. Copyright Office, 2020), los derechos de autor tienen protección automática, es decir, no se requiere registro para su aplicación. En tercer lugar, y aún más importante, la protección dentro de este régimen no requiere revelar el funcionamiento del programa informático, a diferencia de las solicitudes de patentes. Por todo ello, el autor considera que la inclusión del *software* en el *copyright* permitió dar una protección más sólida a los titulares de los derechos patrimoniales de los programas informáticos ante la vulnerabilidad que estos presentan a la reproducción no autorizada (Zukerfeld, 2017b).

Pero, ¿cuáles son las prácticas concretas que habilita dicha regulación? Para explicarlo sencillamente, recuperamos un fragmento de Fernández Macías (2002: 170):

Todo programa informático tiene dos "estados". Primero, en su proceso de desarrollo y programación, es "código fuente". En ese momento consiste en una serie de órdenes y algoritmos en un lenguaje de programación, y no puede ser utilizado por un usuario normal. Para que pueda ser utilizado debe ser "compilado", proceso que convierte el programa en

7 Traducción propia.

8 Traducción propia.

"ejecutable" (el segundo estado), es decir, en un programa que puede ser ejecutado en cualquier ordenador compatible con el programa. Un programa ejecutable no puede ser modificado, sino sólo utilizado para los fines para los que se programó.

La inclusión del *software* en el régimen legal del *copyright* ha permitido a las empresas vender los programas en este segundo estado, ejecutable, reservándose el código fuente. Asimismo, la protección automática les ha posibilitado el goce de los derechos patrimoniales sin tener que revelar sus características tecnológicas. En consecuencia, un programa informático comercial protegido bajo *copyright* de manera excluyente no puede ser modificado por el usuario, sino sólo por la empresa que lo produjo (Fernández Macías, 2002).

En oposición a esta forma de apropiación excluyente, prevista por defecto en el derecho de autor o *copyright*, nació el término *free software* para hacer referencia a los programas que no presentan obstáculos a los usuarios para su ejecución, comprensión, reproducción, distribución y modificación (Free Software Foundation [FSF], 2017b). El apartado que sigue a continuación describe la configuración material cognitiva del proyecto que le dio origen.

3.1. The GNU Project

En el Massachusetts Institute of Technology (MIT), donde habían nacido los principios de la *ética hacker* a finales de la década de 1950, la circulación de flujos de información digital fue obstaculizada progresivamente desde finales de los años setenta (Himanen, 2001; Levy, 2010). El Departamento de Informática había generado contraseñas en los ordenadores para dar acceso a los sistemas sólo a los usuarios autorizados y el Departamento de Defensa de los Estados Unidos amenazó con desconectar las computadoras del Laboratorio de Inteligencia Artificial de la red ARPANET ante la resistencia que encontraron en la aplicación de medidas de restricción de acceso.

Una de las personas particularmente afectadas con estas medidas fue Richard Matthew Stallman, usualmente llamado RMS (Stallman, 2020), quien había ingresado en 1971 como programador de sistemas en el Departamento de Informática y en el Laboratorio de Inteligencia Artificial, por entonces uno de los mayores centros de investigación sobre la temática en el mundo (Moody, 2002). El trabajo de RMS en el Laboratorio de Inteligencia Artificial consistió en agregar capacidades al sistema operativo Incompatible Timesharing System (ITS), que brindaba el acceso total a los archivos de cualquier usuario, para la computadora PDP-10. Reivindicando su inclusión en la comunidad *hacker* del MIT, RMS defendió la libre circulación de información y la *cooperación constructiva* (Levy, 2010).

A principios de los años ochenta, RMS observó que la *ética hacker* estaba recibiendo un golpe fatal en la comunidad que, desde hacía una década, se congregaba en el noveno piso del Edificio NE43, usualmente llamado *Tech Square* (Massachusetts Institute of Technology, 2004). Por un lado, la mayor parte de los programadores socializados en dichos valores pasaron a desempeñarse en empresas, aceptando el secreto corporativo y anteponiendo el interés comercial sobre cualquier otro valor. Por otro lado, a los nuevos trabajadores del Laboratorio de Inteligencia Artificial, que habían aprendido a programar en sus computadoras personales, no les resultaba problemático que los programas informáticos quedasen bajo protección del *copyright* (Levy, 2010).

Según Fernández Macías (2002), los programadores expertos en marketing estaban desplazando a los programadores expertos en programación de la cúspide de la estructura social, sustituyendo la cooperación por la competencia como principio de organización productiva. La crítica realizada por quienes habían quedado relegados, como RMS, proporcionó el sustrato ideológico⁹ sobre el cual se definió el *free software*. Ésta contiene un argumento pragmático central: la producción de *software* basada en incentivos no monetarios —el reconocimiento de la comunidad de programadores y el propio placer por el trabajo bien hecho—, que aseguraban el desarrollo cooperativo, era más eficiente e innovadora que el nuevo modelo de negocio. Por lo tanto, la alternativa propuesta se dirigía a «resucitar el viejo modelo de producción libre y cooperativa por la comunidad de programadores» (Fernández Macías, 2002: 174).

Los hechos que precipitaron lo que RMS consideró como «la decadencia de la Ética Hacker en Tech Square»¹⁰ (Levy, 2010: 437) se habrían originado en un desacuerdo en torno de la comercialización de máquinas LISP, diseñadas en el Laboratorio de Inteligencia Artificial. Éstas ejecutaban LISP (*LIS Processor*), un lenguaje de programación elaborado por John McCarthy, uno de los fundadores de la institución (Stoyan, 1955). Su fabricación había sido financiada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. El *software* de sistema estaba protegido bajo *copyright* por el MIT (Moody, 2002). Según Levy (2010), los *hackers* del MIT lograron construir 32 máquinas LISP. Pero la ruptura se produjo cuando buscaron incrementar la escala de fabricación del artefacto, a partir de su comercialización.

Russell Noftsker, quien había dejado su puesto en el Laboratorio en 1973, indujo a otros programadores a formar una empresa. Pero no fue el único. Richard Greenblatt, uno de los responsables del diseño de esta máquina, también creía que el desarrollo tecnológico podría difundirse mejor a través del mercado (Levy, 2010).

Sin embargo, sus concepciones de negocio presentaban diferencias. Por un lado, Greenblatt defendía el modelo *bootstrapping*¹¹ y quería fundar una compañía de *hackers*. No conseguiría inversores externos y contrataría a los trabajadores a tiempo parcial, para que ellos pudieran mantener el vínculo estable con el Laboratorio de Inteligencia Artificial y, así, preservar la comunidad *hacker* del MIT (Levy, 2010; Moody, 2002).

Por otro lado, Noftsker persuadió a Tom Knight y a otros *hackers* involucrados en el proyecto acerca de que la propuesta de Greenblatt resultaba poco realista. Finalmente, Greenblatt formó LISP Machine Incorporated (LMI) y el grupo liderado por Noftsker conformó Symbolics. El MIT licenció el *software* de sistema a ambas empresas y el Laboratorio de Inteligencia Artificial se convirtió en un campo de batalla virtual entre los dos bandos (Moody, 2002). A medida que los mejores programadores fueron contratados por Symbolics, la comunidad de *hackers* del MIT iba disolviéndose (Levy, 2010; Moody, 2002).

Frente al creciente cercamiento de los conocimientos informáticos producidos por la comunidad *hacker*, RMS reaccionó desde el MIT, en cuyas máquinas Symbolics instalaba las

9 Aquí, recurrimos a la noción de *ideología* del materialismo cognitivo (Zukerfeld, 2010a: 123) para caracterizar al sedimento axiológico del movimiento social del *software libre*, que afirma valores liberales progresistas relacionados con el acceso y el uso de la información digital, pero no tematiza las formas crecientes de *apropiación ineluctante* (Zukerfeld, 2010c) o la relación social de *explotación capitalista a través de la reproducción* con fines de lucro de dichos conocimientos generados colectivamente (Zukerfeld, 2017a).

10 Traducción propia.

11 En el ámbito de los negocios, *bootstrapping* hace referencia a una estrategia de financiación para empresas emergentes (*startups*) en la cual la puesta en marcha del emprendimiento comercial no recurre a inversión externa, como capital de riesgo, sino a fondos personales limitados (Bhidé, 1992).

mejoras realizadas. RMS logró reconstruir cada nueva característica o corrección de un error incorporada por Symbolics, sin disponer del código fuente, durante 1982 y 1983. A través de procesos de ingeniería inversa, logró escribir un código que cumplía las mismas funciones que el desarrollado por Symbolics y lo presentó a LMI. Para Noftsker, esto representó un uso indebido de secretos comerciales de la empresa que lideraba (Levy, 2010).

Finalmente, RMS abandonó el MIT en 1984 pero con la motivación de construir un sistema operativo *libre* para sentar las bases de una comunidad *hacker* como la que había sido disuelta (Moody, 2002; Stallman, 2002). La iniciativa implicaba desarrollar y publicar el código fuente de un sistema portátil, es decir, que pudiera transferirse fácilmente de un tipo de *hardware* a otro. Para ello, RMS decidió escribir un *software* de sistema similar a UNIX, el sistema operativo empresarial líder, que había sido desarrollado por Ken Thompson y Dennis Ritchie en Bell Laboratories (Ritchie y Thompson, 1973). UNIX tenía la particularidad de ser portable y de poder ser construido poco a poco, permitiendo que otros programadores colaboren en el desarrollo de sus componentes (Moody, 2002). De este modo, un sistema operativo de similares características podría ser construido a partir del desarrollo independiente de sus piezas y podría ser utilizado en diversos tipos de *hardware*. Además, las personas que habían escrito programas para UNIX podrían ejecutarlos en este nuevo *software* de sistema. El proyecto fue llamado GNU (*GNU Project*), como un acrónimo recursivo de *GNU's Not Unix*, y concentró la atención de RMS durante aproximadamente ocho años (Levy, 2010).

En 1985, RMS escribió *Realizable Fantasies: The GNU Manifesto* para solicitar aportes de tiempo, dinero, programas y equipos (Stallman, 1985). A partir de su publicación, otras personas se involucraron en el proyecto. Esto dio lugar a la creación de la Free Software Foundation, organización orientada a eliminar las restricciones de acceso, reproducción, redistribución, comprensión y modificación de *software* (Stallman, 1986). Posteriormente, *El manifiesto de GNU* fue actualizado en numerosas ocasiones (FSF, 2019a [1985]). Más de treinta años después, su relevancia radica en que no sólo cristaliza una invitación a la colaboración, sino que expresa el fundamento del *software libre*. En este documento, RMS propone construir un sistema operativo de *software* «tan libre como el aire» (FSF, 2019a: 17). La libertad se concreta en la publicación del código fuente del sistema completo, dando lugar a la colaboración para la producción de *software* y evitando la duplicación de esfuerzos de programación. También implica suprimir la dependencia de los usuarios con desarrolladores de *software* particulares, relación asimétrica en la que se encuentran inmersos los consumidores de *software* *privativo*, «el sistema que dice que no tienes permitido compartir o modificar software»¹² (Stallman, 1999: 31). En definitiva, para RMS, la productividad general de todo el desarrollo de *software* se basa en la posibilidad de su *reproducción* (Stallman, 2002).

En la década de 1980, la construcción de un sistema operativo completo incluía un núcleo (*kernel*), procesadores de comandos, ensambladores, compiladores, intérpretes, depuradores, editores de texto, correos, entre otros programas. Por esta razón, la Free Software Foundation obtuvo permiso de los autores de *software* ya existente, que había sido compartido, mejorado e intercambiado por las comunidades de *hackers*, y lo adaptó para el proyecto GNU (Moody, 2002). Aunque RMS utilizó las instalaciones del Laboratorio de Inteligencia Artificial del MIT, prescindir de la relación de dependencia laboral con la institución impidió que ésta pudiera

12 Traducción propia.

reclamar derechos exclusivos sobre el sistema operativo resultante del proceso productivo (Stallman, 2002).

Precisamente, el proyecto GNU, que tenía por objetivo dar libertad a los usuarios en la producción y el uso de *software*, requería de un mecanismo legal que evitase el cercamiento del código fuente. Para ello, la Free Software Foundation creó *copyleft*, un término legal específico que funciona dentro del régimen del *copyright* y compele a los autores de versiones derivadas de dicho *software* a distribuir las también de manera *libre*, garantizando su disponibilidad pública. De esta manera, *copyleft* impide que se realicen pequeños cambios sobre el *software* con el interés de impedir el acceso al código fuente (Stallman, 2002).

Copyleft tiene como antecedente la regla informal que RMS estableció para la distribución de un programa de edición de texto de arquitectura abierta, llamado Emacs (Editing MACroS), que permitía a los usuarios personalizarlo de forma ilimitada. Ésta se denominó: «the Emacs commune» (Levy, 2010: 438) y estuvo dirigida a las personas que no formaban parte de la comunidad de *hackers* del Laboratorio de Inteligencia Artificial. Según explicó RMS, «No di por sentado que ellos querrían compartir»¹³ (Moody, 2002: 17). Cuando entregó copias de este programa fuera de la comunidad de *hackers* del MIT, determinó que cualquier persona que le añadiera capacidades debía enviárselas. Dicho con otras palabras, la distribución del programa fue *libre* pero con la condición de retorno de todas las mejoras realizadas (Levy, 2010).

Entre 1984 y 1988, la implementación específica del *copyleft* fue realizada a partir de *GNU Emacs General Public License* y otras licencias establecidas para paquetes de *software* específicos (Moody, 2002). Pero pronto se planteó la necesidad de contar con un acuerdo de licencia que pudiera aplicarse fácilmente a programas informáticos de autores diversos y, así, evitar los problemas ocasionados por las prácticas regulatorias asistemáticas.

Por lo tanto, el 1 de febrero de 1989, la Free Software Foundation publicó la primera versión de la *GNU General Public License* (GNU GPL), la cual puede ser aplicada a cualquier programa sin importar quién lo publique (FSF, 2017a [1989]). Ésta asume la forma de un contrato mediante el cual los titulares de los derechos patrimoniales del *software* autorizan a los usuarios a ejercer ciertos derechos, con el objetivo de garantizar su libertad de compartir y modificar todas las versiones de un programa (FSF, 2019c). De este modo, la organización ofreció una alternativa legal a los acuerdos de licencia existentes hacia fines de la década de 1980 entre las compañías de *software* y los usuarios, que reservaban para las primeras todos los derechos de explotación.

La regulación de los programas informáticos a través de la GNU GPL implica que se trata de *software libre* (FSF, 2019c). Posteriormente, otras licencias de software fueron creadas, pero la Free Software Foundation respalda sólo aquellas que reúnen los requisitos para garantizar las *libertades esenciales* de los usuarios (FSF, 2020). De este modo, la GNU GPL constituye un estándar normativo, que cristaliza los valores compartidos intersubjetivamente en la organización (Moody, 2002).

Cabe aclarar que el término de *software libre* no fue planteado para designar un proceso productivo por fuera del sistema capitalista o del proceso de comercialización. A diferencia de lo que erróneamente algunos autores describen como una «alternativa desmercantilizada de producción de software» (Fernández Macías, 2002: 171), RMS explica:

13 Traducción propia.

El término “free software” a veces es incomprendido — éste no tiene nada que ver con el precio. Se trata de libertad. [...] Dado que “free” refiere a la libertad, no al precio, *no hay contradicción entre vender copias y software libre*. De hecho, la libertad de vender copias es fundamental: las colecciones de software libre que se venden en CD-ROM son importantes para la comunidad, y venderlas es una forma importante de recaudar fondos para el desarrollo de software libre.¹⁴ (Stallman, 1999: 32)

La anterior crítica a la afirmación según la cual el *software libre* es una alternativa *no mercantil* de producción de programas informáticos requiere recuperar una distinción sumamente importante entre el otorgamiento de determinados permisos de reproducción, modificación y uso de un producto comercial a los usuarios, dado por el titular de los derechos dentro del régimen del *copyright*, y la oposición entre producción de *software* con fines capitalistas o de otro tipo (Zukerfeld, 2014). En este sentido, cabe considerar que los ingresos que le brindaron un sustento económico a RMS para poder desarrollar *software libre* fueron precisamente los obtenidos de la venta de cintas que contenían copias de GNU Emacs y GNU Compiler Collection (GCC) (Moody, 2002).

En los albores de la década de 1990, muchos de los componentes del sistema operativo GNU ya se habían desarrollado (Moody, 2002). Sin embargo, el proyecto aún requería de un núcleo para obtener un *software* de sistema completo. En 1991, la comunidad liderada por Linus Torvalds creó un *kernel* compatible con UNIX que, al ser combinado con el conjunto de componentes del proyecto GNU y publicado bajo la GNU GPL en 1992, permitió obtener el sistema operativo *libre* GNU/Linux (FSF, 2019b). Desde entonces, un conjunto creciente de procesos productivos con fines de lucro ha generado distribuciones comerciales de software a partir del aprovechamiento de este sistema operativo *doblemente libre* (Lund y Zukerfeld, 2020). La Tabla 1 presenta una síntesis de los flujos de conocimientos identificados en el proyecto GNU.

14 Traducción propia. La cursiva es nuestra.

Tabla n° 1. Configuración material cognitiva del proyecto GNU

Tipo	Subtipo	Características
Conocimientos objetivos	Tecnologías digitales	GNU Emacs. GCC. Sistema operativo <i>libre</i> GNU/Linux.
	Información digital	Software preexistente en las comunidades de <i>hackers</i> . Líneas de código del sistema operativo <i>libre</i> (procesadores de comandos, ensambladores, compiladores, intérpretes, depuradores, editores de texto, etc.) reutilizadas y <i>producidas</i> por la FSF.
Conocimientos subjetivos	Memorias implícitas	Técnicas de programación adquiridas.
Conocimientos intersubjetivos	Modalidad organizativa	Colaboración entre programadores para la producción del sistema operativo, a partir de la distribución comercial de cintas y la circulación <i>libre</i> en la incipiente internet.
	Lingüísticos	Términos: <i>GNU. Software libre. Software privativo.</i> Lenguaje natural (inglés). Diversos lenguajes de programación utilizados en el desarrollo de componentes de GNU/Linux (lenguaje C, Emacs Lisp, etc.).
	Axiológicos	<i>Ética hacker.</i> Principios de libre circulación de información y cooperación constructiva.
	Reconocimiento	Comunidad <i>hacker</i> .
	Regulatorios	GNU Emacs General Public License. Copyleft. GNU GPL.
Conocimientos biológicos	s/d.	

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Perl

A partir de los años ochenta, no sólo las líneas de código de los sistemas operativos quedaron bajo el paraguas del *copyright*. También el acceso a los lenguajes de computadora fue cercado por esta regulación capitalista. Estos forman parte del conjunto de los lenguajes artificiales y, dentro de éste, de los lenguajes formales; pero se incluyen dentro de la clase de conocimientos lingüísticos sólo de manera casual o accesoría, dado que su materialidad consiste en código, que tiene como destinatario a un ente objetivo (Zuckerfeld, 2010a).

Dentro de los lenguajes de computadora, se encuentran el lenguaje binario o código máquina, que interactúa directamente con el *hardware*, los lenguajes de ensamblaje y los lenguajes de alto

nivel (Zuckerfeld, 2010a). Estos últimos se conforman de un conjunto de símbolos y reglas de sintaxis y semántica, expresados en forma de instrucciones y relaciones lógicas, mediante los cuales se construyen otros programas informáticos. Pero, la peculiaridad de su soporte material es la que ha permitido que, por primera vez en la historia de la humanidad, la totalidad de un idioma pueda tornarse *mercancía* (Zuckerfeld, 2010a).

En la década del ochenta, el proceso productivo de Perl resulta de interés para el análisis de los conocimientos *doblemente libres*, dado que constituye la generación de uno de los primeros lenguajes de programación de alto nivel regulados con licencias de *software libre*, que se incrementarán progresivamente durante la década de 1990. Perl fue creado por Larry Wall, un *hacker* formado en lenguajes naturales y artificiales en Seattle Pacific University y en University of California (Moody, 2002).

En el tiempo libre que le dejaba la jornada laboral en System Development Corporation (SDC), Wall produjo líneas de código que posteriormente resultaron de gran importancia en la construcción del núcleo Linux y otros proyectos de *software libre*. Durante 1983, escribió *rn* (*newsreader*), un lector de noticias de los grupos de discusión de Usenet, que distribuyó por dicha red al año siguiente (Stevenson, 2018). Según Hauben y Hauben (como se citó en Stevenson, 2018), en aquel momento, la red Usenet constaba de aproximadamente 900 sitios, que representan universidades, centros de investigación, empresas y otras organizaciones, y aproximadamente 225 artículos por día, publicados en varios grupos de noticias de temas específicos.

Un día después del lanzamiento de *rn*, Wall publicó los primeros parches en el código fuente, a partir de los errores que le reportaron los usuarios del programa. A medida que fue publicando cada vez más parches, a raíz de las nuevas solicitudes de características y mejoras, le tocó empezar a lidiar con la falta de sistematización en la aplicación de estos parches por parte de los usuarios de *rn*, lo que convirtió al mantenimiento del programa en una actividad engorrosa (Stevenson, 2018). Estas dificultades impulsaron al *hacker* a escribir *Patch*, un programa cuya función es asegurar que los parches se apliquen correctamente en la actualización del código fuente a una versión más reciente (Moody, 2002). De este modo, pudo automatizar gran parte de este trabajo de mantenimiento.

Según Stevenson (2018: 266): «Wall no solo proporcionó herramientas para navegar por los grupos de noticias de Usenet o para hacer que la producción y el mantenimiento de software sean menos arduos, sino que también promovió valores, ideas y prácticas particulares presentes dentro de las culturas de Usenet y Unix».¹⁵ La motivación de Wall era intrínseca y respondía al placer personal de compartir código y mejorar el espacio de colaboración de voluntarios de Usenet (Stevenson, 2018).

En 1986, ante un problema existente en la empresa donde trabajaba, Wall diseñó un nuevo lenguaje de programación. Para ello, el *hacker* tomó sus características favoritas de idiomas ya existentes, no sólo de programación: también adoptó algunas ideas de los lenguajes naturales, con la intención de darle expresividad. Según declaró el autor, se trataba de *abrir* el lenguaje, es decir, facilitar a los usuarios que pudieran emplear el idioma tal y como lo que quisieran hacer, sin que la estructura les dictara cómo debían resolver el problema (Moody, 2002: 134). Además, desde el diseño, Wall buscó que el lenguaje fuera no solo aplicable en general, sino ampliamente popular (Moody, 2002).

¹⁵ Traducción propia.

En octubre de 1987, Wall publicó la primera versión de Perl en el grupo de discusión *comp.unix.sources* de Usenet, con una licencia *ad hoc* que decía: «Puede copiar el kit de Perl en su totalidad o en parte, siempre que no intente ganar dinero con él, o simule que usted lo escribió»¹⁶ (Stevenson, 2018: 269). Para que el lenguaje se propague, proporcionó programas de traducción a los usuarios de otros lenguajes de computadora, con el objetivo de convertir automáticamente el código a Perl. Asimismo, hizo difusión en los grupos de discusión en Usenet y finalmente creó un grupo de noticias específico de Perl, junto a un foro de comentarios. Allí recibió informes de errores y posibles reparaciones, enviados por los usuarios. Siguiendo a Moody (2002: 137), esta interacción ayudó a crear un sentido de *comunidad* en torno del desarrollo de Perl.

En 1989, pocos meses después de la publicación de la GNU GPL, Wall lanzó la versión Perl 3.0 bajo esta regulación, siendo probablemente uno de los primeros programas que adoptaron esta licencia sin ser parte del proyecto GNU (Stevenson, 2018). Pero la novedad más llamativa se encuentra en 1991, cuando Wall introdujo una innovación regulatoria, que tiempo después llamó un *cultural hack* (Wall, como se citó en Stevenson, 2018). Publicó el código fuente de Perl 4.0 bajo una licencia dual: los usuarios podrían optar entre usar el programa bajo la GNU GPL o bajo la *Artistic License*. Esta última es una regulación creada por Wall, ya que consideró que los términos de la GNU GPL eran demasiado restrictivos (Goldman y Gabriel, 2005). En primer lugar, *Artistic License* permite a los usuarios del software hacer prácticamente lo que quieran, siempre que publiquen los cambios en el código fuente junto con una descripción de ellos o cambien el nombre de sus ejecutables y documenten las diferencias. Con esta regulación, Wall buscó preservar la *integridad* del programa original y otorgar al autor *el control artístico* sobre él (Goldman y Gabriel, 2005: 125). En segundo lugar, *Artistic License* hizo explícito que el programa podría usarse para crear productos comerciales que podrían ser lanzados como *software privativo*, siempre que no se anuncie al primero como un producto propio (Stevenson, 2018). Acuerdos de licencia como éste son conocidos como *licencias permisivas*, ya que garantizan las libertades para usar, modificar y redistribuir el código, pero prescinden del *copyleft* (Open Source Initiative, 2020).

Hasta las primeras cuatro versiones de Perl, Wall estuvo a cargo del mantenimiento del lenguaje de programación, recibiendo aportes de voluntarios, no remunerados, a través de los grupos de discusión de Usenet. A menor escala, el proceso productivo de Perl muestra el germen de la modalidad de producción colaborativa, cuya definición alcanzará su apogeo en el desarrollo del núcleo Linux durante la década de 1990.

Perl es parte de la primera ola de lenguajes de programación de alto nivel con licencias *libres* o *permisivas*, los cuales se desarrollarán progresivamente durante los años noventa, como Python, PHP y Java, entre otros, y se convertirán en los lenguajes de computadora más populares (Zukerfeld, 2010a). Pero la producción de gran parte de ellos ya no fue impulsada por motivaciones intrínsecas, sino como parte de modelos de negocio, buscando establecer un estándar a partir del cual ofrecer bienes y servicios complementarios. La Tabla 2 resume los flujos de conocimientos reconocidos en esta unidad de análisis.

16 Traducción propia.

Tabla n° 2. Configuración material cognitiva de Perl

Tipo	Subtipo	Características
Conocimientos objetivos	Tecnologías digitales	Lenguaje de programación Perl.
	Información digital	Líneas de código de Patch. Componentes de Perl, desarrollados por Wall y los colaboradores a través de Usenet.
Conocimientos subjetivos	Memorias implícitas	Técnicas de programación adquiridas.
Conocimientos intersubjetivos	Modalidad organizativa	Producción colaborativa incipiente: Colaboración entre programadores para la producción de nuevas versiones de Perl, a través del intercambio de información en los grupos de discusión y de noticias de Usenet.
	Lingüísticos	Términos: <i>Perl. Cultural hack.</i> Lenguajes naturales (inglés y otros adoptados por Wall para el desarrollo de Perl). Lenguajes de programación sobre los que se sustentó la creación de Perl (lenguaje C, LISP, etc.). Lenguaje de programación de alto nivel Perl.
	Axiológicos	Apertura a la diversidad de formas de codificar. Integridad y control artístico sobre los programas informáticos. Colaboración.
	Reconocimiento	Comunidad <i>Perl</i> .
	Regulatorios	GNU GPL. Artistic License.
Conocimientos biológicos	s/d.	

Fuente: Elaboración propia.

3.3. GenBank

En los años ochenta, la expansión de regulaciones capitalistas también alcanzó a la materia viva. En 1980, la Corte Suprema de los Estados Unidos permitió, por primera vez, patentar a un organismo vivo, en el fallo del caso *Diamond v. Chakrabarty* (Zukerfeld, 2017b). En el mismo año, la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos emitió la primera patente por una técnica de recombinación genética (Strasser, 2011). Asimismo, la sanción de la Ley Bayh-Dole otorgó a las universidades y organizaciones sin fines de lucro el derecho a retener el título sobre los inventos creados con fondos estatales (U.S. Congress, 1980).

Sin embargo, la mercantilización de los conocimientos biológicos resultaba un tema controvertido en el ámbito académico y muchos investigadores se opusieron a las barreras que

impedían su diseminación pública (Stevens, 2013). En este sentido, los debates en torno al desarrollo de GenBank, una base de datos de secuencias de ácido nucleico, evidencian las tensiones que atravesaron la constitución del campo de la biotecnología desde principios de 1980 en torno a la apropiación privada de flujos de información cuyo soporte es biológico.

Hasta fines de la década de 1970, las tecnologías digitales no habían sido utilizadas en la investigación biológica convencional (Stevens, 2013). Pero, desde los años ochenta, las computadoras y las redes que las combinan se han tornado imprescindibles para realizar avances en las ciencias de la vida. Según Stevens (2013), no fue —tal y como frecuentemente se argumenta— que la capacidad de cálculo computacional haya evolucionado y, por ende, que dichas tecnologías hayan sido gradualmente más adecuadas para resolver problemas biológicos. Por el contrario, fue la biología la que se transformó para convertirse en una disciplina informatizada digitalmente (Stevens, 2013).

En esta transformación, los datos de *secuencia* —la ordenación específica de las unidades que constituyen un biopolímero (Real Academia Española, 2014)— tuvieron un papel decisivo, ya que podían tratarse como patrones o códigos y ser sometidos a análisis estadísticos. Los estudios de caso publicados por Stevens (2013) evidenciaron un conjunto de prácticas y técnicas informacionales importadas de la física a la biología. Esto se convirtió en un motivo de disputa al interior de esta última, ya que generó reestructuraciones institucionales, así como una redefinición de los tipos de problemas cognitivos que la disciplina aborda (Stevens, 2013). Desde principios de 1980 y hasta inicios de la década del 2000, la biotecnología se ha ido conformando como un conjunto distinto de problemas, con un conjunto distinto de soluciones, que requiere de habilidades especializadas para administrar y analizar grandes volúmenes de datos biológicos (Stevens, 2013).

En el núcleo de estas transformaciones tanto de la dirección de la investigación biológica como de la relación de la biología con la computación, se encuentra la actividad interdisciplinaria de un grupo de científicos profesionales en Los Alamos National Laboratory (LANL), dependiente del Departamento de Energía de los Estados Unidos y localizado en Los Alamos, New Mexico (Estados Unidos).

Durante la Guerra Fría, la genética de la radiación era el foco principal de la investigación biológica realizada en dicho laboratorio tras las controversias sobre los efectos de las pruebas nucleares atmosféricas (Strasser, 2011). En este contexto, un conjunto de técnicas orientadas a encontrar patrones estadísticos en el movimiento de neutrones o macromoléculas, que habían sido utilizadas por el programa de construcción de una bomba de hidrógeno en dicho laboratorio, fueron aplicadas al reconocimiento de patrones ocultos en las secuencias de ácido nucleico. El equipo que realizó dicha traducción de conocimientos de un área de investigación a la otra estaba integrado por los jóvenes físicos Temple Smith, Michael Waterman, Myron Stein, William A. Beyer y Minoru Kanehisa, bajo la supervisión de Walter Goad (Stevens, 2013).

En 1979, Goad comenzó un proyecto piloto con el objetivo de recolectar, almacenar, analizar y distribuir secuencias de ácido nucleico. Éste involucró además el trabajo analítico que la subdivisión de Biología Teórica y Biofísica del laboratorio, dirigida por Georg I. Bell, venía realizando en torno de modelos matemáticos de sistemas biológicos. La organización de las secuencias en una base de datos fue denominada *Los Alamos Sequence Database* (Stevens, 2013: 25). Ésta no se trataba de un mero depósito de archivo o repositorio de datos inactivo, sino que constituía una plataforma a través de la cual se podía practicar un nuevo tipo de investigación biológica a gran escala (Stevens, 2013).

En el año del lanzamiento del proyecto, Goad solicitó financiamiento a National Institutes of Health (NIH), una agencia dependiente del Departamento de Salud y Servicios Sociales de los Estados Unidos, para la expansión de la base de datos. La solicitud fue presentada conjuntamente con la empresa Bolt, Beranek and Newman (BBN) de Cambridge, Massachusetts (Estados Unidos). A fines de la década de 1960, esta compañía había configurado el hardware Interface Message Processor (IMP) para la red ARPANET, por encargo del Departamento de Defensa, y, en la década siguiente, había implementado el sistema PROPHEET para la investigación científica (Strasser, 2011; Zukerfeld, 2014).

Por su parte, los evaluadores de los NIH se acercaron con precaución al proyecto de LANL y BBN, dado que, hasta ese momento, la institución no había financiado bases de datos biológicas. Para muchos de ellos, *Los Alamos Sequence Database* no constituía un *bien* sino un *servicio* y, por lo tanto, les resultaba dudosamente elegible para obtener apoyo económico estatal. Asimismo, consideraban que su sostenimiento económico debía ser provisto por los usuarios, del mismo modo que accedían a las revistas científicas mediante pago por suscripción (Stevens, 2013).

A pesar de las críticas dentro de la comunidad disciplinaria de la biología y aunque *Los Alamos Sequence Database* no era la única recopilación de secuencias de ácido nucleico existente, la condición de Goad como físico en un prestigioso laboratorio de renombre mundial, es decir, su posición dentro de la red de reconocimiento de la que formaba parte, le permitió obtener financiamiento para el desarrollo del proyecto (Stevens, 2013). Siguiendo al autor, las técnicas informacionales utilizadas por Goad para el estudio de fenómenos biológicos heredaron el prestigio de su trabajo en física y la fiabilidad de los métodos propuestos no dependía de los procedimientos y las normas de la investigación biológica convencional (Stevens, 2013).

Para Strasser (2011), los debates que condujeron al otorgamiento de dicho subsidio expresan las tensiones que se produjeron en la articulación entre el experimentalismo, hegemónico en la biología de fines del siglo XX y sostenido, en particular, por los biólogos moleculares, y la tradición de historia natural, conformada por prácticas de recopilación, descripción, denominación, comparación y organización de entidades naturales en colecciones. Las tensiones refieren principalmente a la atribución de autoría y recompensas científicas sobre la identificación de secuencias, la regulación de acceso a los conocimientos, y la modalidad de recopilación y distribución implementada. En cada uno de estos aspectos, la propuesta de LANL y BBN se diferenciaba de su principal rival: un proyecto de expansión de la base de datos de secuencias de ácido nucleico de National Biomedical Research Foundation (NBRF), liderado por la química Margaret O. Dayhoff (Strasser, 2011).

Durante la década de 1970, a medida que los métodos de secuenciación fueron automatizados, las secuencias pasaron a ser consideradas como datos muy preciados, ya que permitían extraer conclusiones o explorar nuevas hipótesis (Strasser, 2011). Dado que los científicos experimentales afirmaron un fuerte sentido de propiedad intelectual, pero no de propiedad física sobre las secuencias, consideraban que éstas podrían ser publicadas, distribuidas y usadas únicamente con el consentimiento de quienes las habían identificado (Strasser, 2011).

En cambio, para los coleccionistas de la historia natural, el goce de la propiedad intelectual iba ligado a la propiedad física de los especímenes, de modo tal que su obtención mediante préstamo, compra o donación les otorgaba también acceso y uso exclusivo sobre la información orgánica emergente de la materia viva. Desde esta misma perspectiva, Dayhoff asumía que las secuencias que había recopilado en NBRF formaban parte de su propiedad privada. Si bien la base de datos fue puesta a disposición de los usuarios a través de la red telefónica en 1980, el

acceso requería una contraseña y la firma de un acuerdo que impedía la redistribución de los datos. Más aún, al año siguiente, el acceso a la base de datos requería de un pago por suscripción (Strasser, 2011). Esta apropiación privada de los conocimientos que habían producido numerosos investigadores en la identificación de secuencias resultó una práctica inaceptable para muchos de ellos, quienes defendían que los logros científicos merecían el reconocimiento de su autoría y recompensas científicas individuales (Strasser, 2011).

Por su parte, el equipo liderado por Goad no reclamaba derechos de propiedad intelectual sobre la base de datos de LANL y le había otorgado acceso público a través de las conexiones en línea a las computadoras del laboratorio y mediante el sistema PROPHET, de manera gratuita y sin restricciones para su redistribución posterior (Strasser, 2011).

En las solicitudes de financiamiento, ambas propuestas establecieron que los datos recolectados durante la vigencia del contrato quedarían en el dominio público y estarían disponibles para todas las personas interesadas (Strasser, 2011). Sin embargo, el proyecto de Dayhoff presentaba cierta ambigüedad acerca de la posibilidad de reclamar derechos de propiedad intelectual sobre los datos recopilados antes del comienzo del contrato, cuando éste finalizara. Esto no fue bien visto por los evaluadores de las propuestas, ante el temor de cercamiento progresivo del acceso a la información orgánica (Strasser, 2011).

También se encuentran diferencias entre las postulaciones en las formas posibles de organizar la base de datos de secuencia de ácido nucleico. Para la recopilación de secuencias, el proyecto de LANL y BBN proponía un mecanismo de cooperación entre los editores de revistas científicas y los administradores de la base de datos, que permitiría incrementar la cantidad de información disponible públicamente (Strasser, 2011). Esta expansión, en vez de fundarse en contribuciones voluntarias de los individuos, se apoyaría en un acuerdo con los editores de las revistas científicas, quienes habrían de exigir a los autores de los artículos de investigación el depósito de una copia de las secuencias en la base de datos. Para los evaluadores de los NIH, este mecanismo de producción colaborativa era más eficiente que la propuesta realizada por Dayhoff, con base en la digitalización de documentos publicados y la solicitud de contribución voluntaria a los autores de las secuencias (Strasser, 2011).

A su vez, para la distribución de la base de datos, Dayhoff proponía el envío de cintas magnéticas y secuencias de impresión en formato de libro, así como el acceso a la computadora DEC VAX-11/780, únicamente a través de la red telefónica (Strasser, 2011). En cambio, Goad y su socio en BBN, Howard S. Bilofsky, propusieron un mecanismo de distribución en línea, a través de conexiones a las redes ARPANET y Telenet. Esta modalidad estaba en consonancia con las creencias intersubjetivas compartidas en la comunidad disciplinaria internacional acerca de la libre circulación de los conocimientos (Strasser, 2011).

Finalmente, la propuesta de LANL y BBN recibió el subsidio en junio de 1982. Éste consistió en un contrato de 3,2 millones de dólares durante cinco años (Stevens, 2013). Mientras que el equipo supervisado por Goad se encargaría de recopilar las secuencias, BBN traduciría los datos a un formato adecuado para su distribución (Stevens, 2013).

En octubre de 1982 se publicó la primera versión de la base de datos de secuencia de ácido nucleico y se le dio acceso público a través de la incipiente internet. En dicho año, el proyecto fue renombrado como *GenBank* (Choudhuri, 2014). Como consecuencia de la precaución con que los biólogos de los NIH se relacionaban con la base de datos, la publicación de las primeras versiones fue realizada en formato de archivo plano, para que pudiera ser leída tanto por computadoras como por humanos (Stevens, 2013). Esto generó dificultades en las

actualizaciones y creó un orden rígido de entradas, que no permitió plasmar la reticulación. Siguiendo al autor, la construcción de esta estructura encarnaba una forma particular de investigación que la biotecnología puso en tensión (Stevens, 2013).

Para 1985, la cantidad promedio de la nueva información agregada mensualmente era la mitad de la cantidad total de la primera versión publicada en octubre de 1982 (Stevens, 2013). Pero una nueva secuencia publicada por los usuarios tardaba un promedio de 10 meses en incorporarse a una nueva versión de la base de datos. Tanto el presupuesto fijo como el número de personal asignado al proyecto no fueron suficientes para administrar la base de datos que crecía exponencialmente. De este modo, LANL y BBN incumplieron el contrato con los NIH, que estipulaba un máximo de tres meses para la publicación de las nuevas secuencias. Evidentemente, el formato de GenBank resultaba inadecuado para las necesidades del nuevo tipo de investigación en desarrollo (Stevens, 2013).

A fines de 1986, el personal de LANL elaboró una nueva estructura para implementar la base de datos en forma relacional, la cual permitiría hacer visibles los múltiples ordenamientos, combinaciones y contextos posibles de elementos de secuencia (Cinkosky y Fickett, como se citó en Stevens, 2013). Mientras que los datos de GenBank eran importados al nuevo diseño de la base de datos, el contrato original con LANL y BBN expiró en septiembre de 1987. La nueva convocatoria de subsidios de los NIH especificó que el contratista desarrollaría un sistema mediante el cual los usuarios podrían enviar los datos de secuencia directamente en forma digital a través de una red telefónica. El concurso lo ganó IntelliGenetics, una empresa con sede en Palo Alto, California (Estados Unidos), dirigida por biólogos e informáticos de la Universidad de Stanford. A su vez, esta compañía subcontrató a LANL (Stevens, 2013).

Desde 1987, GenBank se ha sincronizado con DNA Data Bank of Japan (DDBJ) y European Nucleotide Archive (ENA), a través del consorcio International Nucleotide Sequence Database Collaboration (INSDC) (Cochrane, Karsch-Mizrachi y Nakamura, 2011). Éste ha tenido por objetivo recopilar, preservar y dar acceso público a la información de secuencia de ácido nucleico más completa y actualizada mundialmente. La sincronización incluye el espectro de datos que van desde lecturas sin procesar, pasando por información de ensamblaje y alineación, hasta la anotación funcional presentada de secuencias ensambladas. El esfuerzo de colaboración implica la provisión de formatos de datos y metadatos para la recopilación de secuencias de las diferentes áreas geográficas y el intercambio global de la información digital (Cochrane, Karsch-Mizrachi y Nakamura, 2010). Tanto las secuencias como los metadatos asociados se encuentran en el dominio público, garantizando el acceso libre y gratuito a estos conocimientos de soporte objetivo. De este modo, el consorcio colaborativo impide que ninguna de las partes imponga tarifas o restricciones en el uso o la redistribución de los datos (Brunak et al., 2002).

En octubre de 1989, al finalizar el contrato con IntelliGenetics, el control de GenBank pasó al recientemente creado National Center for Biotechnology Information (NCBI), una división de National Library of Medicine (NLM), dependiente de los NIH (Stevens, 2013). Esto desplazó a LANL en la tarea de recopilación de datos de secuencia de ácido nucleico. El cambio en la administración de la base de datos estuvo motivado por el interés de integrar y vincular a GenBank con un conjunto heterogéneo de bases de datos de información biológica de diversos niveles y procedencia, que se habían desarrollado hasta la fecha.

Para lograr este objetivo, NCBI cambió la estructura de la base de datos, buscando resolver dos tipos de problemas (Stevens, 2013). Por un lado, se requería que los datos estuvieran disponibles para el mayor número posible de usuarios, garantizando su *interoperabilidad*, es decir,

que pudieran ser intercambiados en diferentes plataformas. Como solución, se adoptó un estándar internacional, denominado Abstract Syntax Notation One (ASN.1), el cual permite que las computadoras se comuniquen entre sí independientemente de la arquitectura de máquina o el lenguaje de programación, representando los datos en código binario (Stevens, 2013). Por otro lado, se buscaba que los científicos profesionales tuvieran acceso a distintos tipos de datos, como secuencias de ADN, secuencias de proteínas, literatura médica, entre otros. Para ello, se recurrió a un sistema de búsqueda de información federado, *Entrez*, que integra y vincula bases de datos con fuentes heterogéneas (Benson et al., 1998).

Hacia fines de la década de 1980, la biotecnología *floreció* sobre GenBank, la colección más grande y accesible de información biológica experimental en el mundo (Strasser, 2011). Parafraseando a Kornberg (2001), esta base de datos posibilitó que la información orgánica allí plasmada, ahora *doblemente libre*, transitara *el recorrido de la ciencia a los negocios*. Aunque la inversión estatal otorgada a través de los NIH había ocurrido sin la promesa ni la expectativa de generar productos o procedimientos comerciales, los conocimientos biológicos en el dominio público comenzaron a ser aprovechados por la industria creciente de biotecnología (Jones, 2000). A finales de 1993 ya existían 1272 empresas biotecnológicas en los Estados Unidos y sus ventas anuales alcanzaban los seis billones de dólares (Kornberg, 2001). A continuación, la Tabla 3 sintetiza los flujos de conocimientos identificados en esta unidad de análisis.

Tabla nº 3. Configuración material cognitiva de GenBank

Tipo	Subtipo	Características
Conocimientos objetivos	Tecnologías digitales	Sistema PROPHET. Redes ARPANET y Telenet.
	Información digital	Los Alamos Sequence Database. GenBank.
Conocimientos subjetivos	Memorias implícitas	Saberes y técnicas adquiridos por los investigadores.
Conocimientos intersubjetivos	Modalidad organizativa	Acuerdo entre los editores de las revistas académicas y los administradores de GenBank para que los científicos depositen las secuencias de ácido nucleico en la base de datos bajo un mecanismo de producción colaborativa.
	Lingüísticos	Término: <i>GenBank</i> . Lenguajes naturales (principalmente, inglés). Diversos lenguajes de programación, articulados mediante el formato normalizado de representación de datos ASN.1.
	Axiológicos	Libre circulación de conocimientos científicos.
	Reconocimiento	Sistema de recompensas científicas en la comunidad disciplinaria internacional de la biología.
	Regulatorios	Dominio público.
Conocimientos biológicos	Información orgánica	Secuencias de ácido nucleico.

Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

Los bienes informacionales obtenidos como resultado de los procesos productivos de *The GNU Project*, *Perl* y *GenBank* presentan formas de regulación de acceso a los conocimientos dirigidas a eludir la tendencia creciente de apropiación excluyente dada en el contexto de expansión sistémica de la propiedad intelectual. Sin embargo, estos no han podido escapar al avance del capital, que, de manera astuta y no siempre evidente, se produjo a partir del aprovechamiento mercantil de los conocimientos *doblemente libres*.

En primer lugar, el noveno piso de Tech Square, lugar que cobijó a la primera generación de *hackers*, fue también el espacio donde se originó el proyecto GNU, que creó un mecanismo de licenciamiento de *software* para que los bienes informacionales producidos pudieran circular bajo determinadas condiciones, garantizando las *libertades esenciales* de los usuarios (FSF, 2017a [1989]). En la década de 1980, la Free Software Foundation invitó a colaborar en la producción de un sistema operativo *libre*. Los voluntarios aportaron conocimientos subjetivos, como técnicas de programación adquiridas; intersubjetivos, como los valores propios de la *ética hacker*; y conocimientos objetivos, como software preexistente que había circulado por la comunidad sin derechos exclusivos de acceso. Estos flujos de conocimientos se concretizaron en los bienes informacionales regulados por la GNU GPL, adquiriendo el carácter de *doblemente libres*, dado que, por un lado, fluyen con mínimas restricciones, y, por otro, pueden ser aprovechados mercantilmente sin la obligación de retribuir a los productores de dicho sistema operativo, tal y como ha ocurrido con las empresas que comercializan distribuciones basadas en GNU/Linux. En este sentido, advertimos que, en el contexto situado del proyecto GNU, los flujos de conocimientos objetivados requirieron de un mecanismo de licenciamiento particular para garantizar esta *doble libertad*, hacia el interior del régimen de derechos de autor.

En segundo lugar, el proceso productivo de Perl, impulsado por un *hacker* en la segunda mitad de los años ochenta, es probablemente una de las primeras experiencias de desarrollo de un lenguaje de programación de alto nivel que se regula mediante una licencia de *software libre*. Según el líder del proyecto, Larry Wall, este lenguaje fue diseñado para ser *abierto*. Aquí el sentido de la apertura remite a facilitar que otras personas utilicen el lenguaje para construir programas de manera cercana a sus formas de pensar y codificar. Por lo tanto, Wall buscó que los conocimientos lingüísticos fueran flexibles a los conocimientos subjetivos de los programadores. Los conocimientos subjetivos, como los saberes de los desarrolladores, y los conocimientos intersubjetivos, como los valores presentes en las comunidades de Usenet y las redes de reconocimiento que se generaron en torno a Perl, confluyeron en la producción de conocimientos lingüísticos *doblemente libres*. Atendiendo a su soporte material, se trata específicamente de código que actúa sobre entes objetivos. La producción de las primeras actualizaciones de este lenguaje de programación de alto nivel ya da cuenta de una modalidad de producción colaborativa incipiente entre Wall y los colaboradores, a través de los grupos de discusión y de noticias y los foros de comentarios en Usenet. Aunque las motivaciones para crear colectivamente este medio de producción fueron intrínsecas, la posterior ola empresarial de lenguajes de programación *doblemente libres* —a los que éste influyó— se orientó a establecer un estándar gratuito a partir del cual ofrecer bienes y servicios complementarios.

En tercer lugar, la construcción de GenBank, la base de datos de secuencias de ácido nucleico de acceso público y sin restricciones de uso, contribuyó a la emergencia del campo de la

biotecnología en un contexto de cercamiento progresivo de la materia viva. Aquí el carácter *libre* de los conocimientos se funda en que la base de datos fue regulada bajo el dominio público, a partir de los valores sostenidos en la comunidad disciplinaria acerca de la circulación libre, revisión pública y producción colectiva de conocimientos. El proyecto GenBank ha impulsado la colaboración científica internacional a través del envío de secuencias de ácido nucleico y la generación de foros de discusión. En este caso, los conocimientos *libres* remiten a flujos de información orgánica, que han sido traducidos digitalmente y objetivados como bienes informacionales en la base de datos. Sin embargo, son *doblemente libres* porque no solo fluyen en la esfera pública de conocimientos: la rama industrial biotecnológica ha obtenido beneficios a partir del aprovechamiento de esta información digital, al poder recurrir a dichos conocimientos en procesos productivos con fines de lucro, sin la obligación de retribuir a los científicos que elaboraron y contribuyeron a la base de datos ni a las sociedades que la han financiado —directa e indirectamente, a través de la inversión estatal a las investigaciones—.

Desde la perspectiva del materialismo cognitivo, el estudio empírico holístico de las configuraciones materiales cognitivas de estos procesos productivos informacionales resulta fundamental para comprender los tipos de conocimientos que se *liberaron*, en doble vía, mientras las formas de apropiación excluyente estaban expandiéndose fenomenalmente. Partiendo de una tipología materialista cognitiva del conocimiento, en las unidades analizadas es posible advertir entonces que la noción de conocimientos *doblemente libres* refiere a flujos de diversas clases de conocimientos —objetivos, subjetivos, intersubjetivos y biológicos—, que, traducidos a información digital y objetivados como bienes informacionales, circulan con restricciones mínimas de uso, regulados por licencias dentro del derecho de autor o el dominio público. La fuente puede provenir de técnicas cultivadas largamente por un programador o de ácidos nucleicos de organismos vivos, lo mismo da: la traducción de los diferentes tipos de conocimientos a información digital permite operar sobre ellos bajo la forma de este equivalente general. Más aún, su concretización en bienes informacionales, como software y bases de datos, que comportan restricciones mínimas de uso y pueden ser aprovechados por terceros sin tener que retribuir monetariamente a los productores de estos bienes, permite situarlos dentro del complejo universo de los conocimientos *doblemente libres*.

Referencias

- Balka, K. (2011). *Open Source Product Development: The Meaning and Relevance of Openness*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Bauwens, M. (2005). The Political Economy of Peer Production. *CTheory*, (26), s/p. Recuperado de <https://journals.uvic.ca/index.php/ctheory/article/view/14464>
- Benkler, Y. (2006). *The wealth of networks: How social production transforms markets and freedom*. New Haven y London: Yale University Press.
- Benson, D. A.; Boguski, M. S.; Lipman, D. J.; Ostell, J. y Ouellette, B. F. (1998). GenBank. *Nucleic Acids Research*, 26 (1), 1- 7. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/nar/26.1.1>
- Bhidé, A. (1992). Bootstrap finance: the art of start-ups. *Harvard Business Review*, 70 (6), 109-117. Recuperado de http://library.cust.edu.pk/teacher_resources/Cases&Articles/Entrepreneurship/Bootstrap Finance-TheArtofStart-Ups.pdf

- Blondeau, O. (2004). Génesis y subversión del capitalismo informacional. En Blondeau, O.; Dyer Whiteford, N.; Vercellone, C.; Kyrou, A.; Corsani, A.; Rullani, E.; Moulier Boutang, Y.; Lazzarato, M. (eds.). *Capitalismo cognitivo, propiedad intelectual y creación colectiva*. (31-48). Madrid: Traficantes de Sueños. Recuperado de <https://www.traficantes.net/libros/capitalismo-cognitivo-propiedad-intelectual-y-creaci%C3%B3n-colectiva>
- Borkenhagen, C. (2017). Death of the secret recipe: “Open source cooking” and field organization in the culinary arts. *Poetics*, (61), 53-66. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.poetic.2017.01.003>
- Brunak, S.; Danchin, A.; Hattori, M.; Nakamura, H.; Shinozaki, K.; Matisse, T.; Preuss, D. (2002). Nucleotide Sequence Database Policies. *Science*, 298 (5597), 1333. Recuperado de <https://doi.org/10.1126/science.298.5597.1333b>
- Budapest Open Access Initiative. (2002). *Budapest Open Access Initiative*. Recuperado de <https://www.budapestopenaccessinitiative.org/read>
- Castells, M. (1995). *La ciudad informacional. Tecnologías de la información, estructuración económica y el proceso urbano-regional*. Madrid: Alianza Editorial.
- Castells, M. (2000). *La era de la información: Economía, sociedad y cultura*. Volumen I. Madrid: Alianza Editorial.
- Choudhuri, S. (2014). *Bioinformatics for Beginners Genes, Genomes, Molecular Evolution, Databases and Analytical Tools*. London: Elsevier.
- Cochrane, G.; Karsch-Mizrachi, I. y Nakamura, Y. (2011). The International Nucleotide Sequence Database Collaboration. *Nucleic Acids Research*, 39(1), 15-18. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/nar/gkq1150>
- Fernández Macías, E. (2002). Una aproximación sociológica al fenómeno del software libre. *Revista Internacional de Sociología*, 60 (31), 167-184. Recuperado de <https://doi.org/10.3989/ris.2002.i31.709>
- Free Software Foundation [FSF]. (2017a [1989]). GNU General Public License, version 1. *GNU Operating System*. Recuperado de <https://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-1.0.html>
- Free Software Foundation [FSF]. (2017b). Overview of the GNU System. *GNU Operating System*. Recuperado de <https://www.gnu.org/gnu/gnu-history.en.html>
- Free Software Foundation [FSF]. (2019a [1985]). El manifiesto de GNU. *El sistema operativo GNU*. Recuperado de <https://www.gnu.org/gnu/manifiesto.es.html>
- Free Software Foundation [FSF]. (2019b). Linux and the GNU System. *GNU Operating System*. Recuperado de <https://www.gnu.org/gnu/linux-and-gnu.en.html>
- Free Software Foundation [FSF]. (2019c). ¿Qué es el software libre? *El sistema operativo GNU*. Recuperado de <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html#f1>
- Free Software Foundation [FSF]. (2020). Licenses. *GNU Operating System*. Recuperado de <https://www.gnu.org/licenses/licenses.en.html>
- Goldman, R. y Gabriel, R. P. (2005). Licenses. En Goldman, R. y Gabriel, R. P. (eds). *Innovation Happens Elsewhere: Open Source as Business Strategy*. (111-136). San Francisco: Morgan Kaufman Publishers.
- GOSH Community Forum. (2016). Hardware Científico Global y Abierto (GOSH) Manifiesto. *Gathering for Open Science Hardware*. Recuperado de <http://openhardware.science/gosh-manifiesto/spanish/>

- Himanen, P. (2001). *The hacker ethic, and the spirit of the information age*. New York: Random House Trade Paperbacks.
- Jones, P. B. C. (2000). The commercialization of bioinformatics. *Electronic Journal of Biotechnology*, 3 (2), 33-34. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-34582000000200002&lng=es&tlng=en
- Kornberg, A. (2001). *La hélice de oro. Aventuras biotecnológicas: el recorrido de la ciencia a los negocios*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes Ediciones.
- Lessig, L. (2004). *Free culture: How big media uses technology and the law to lock down culture and control creativity*. New York: The Penguin Press.
- Levy, S. (2010). *Hackers: Heroes of the Computer Revolution*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Lund, A. y Zukerfeld, M. (2020). *Corporate Capitalism's Use of Openness. Profit for Free?* London: Palgrave Macmillan.
- Mako Hill, B. (2007). Free Culture Advanced. *Benjamin Mako Hill*. Recuperado de https://mako.cc/writing/free_culture-fsf_bulletin_200707.html
- Malamud, C. (2007). Open Government Working Group. *Public.Resource.Org*. Recuperado de https://public.resource.org/open_government_meeting.html
- Massachusetts Institute of Technology. (2004). MIT leaves behind a rich history in Tech Square. *MIT News Office*. Recuperado de <http://news.mit.edu/2004/techsquare-0317>
- Molloy, J. C. (2011). The Open Knowledge Foundation: Open Data Means Better Science. *PLoS Biology*, 9 (12), 1-4. Recuperado de <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001195>
- Moody, G. (2002). *Rebel Code: The Inside Story of Linux and the Open Source Revolution*. New York: Basic Books.
- Moulier-Boutang, Y. (2004). Riqueza, propiedad, libertad y renta en el capitalismo cognitivo. En Blondeau, O.; Dyer Whiteford, N.; Vercellone, C.; Kyrou, A.; Corsani, A.; Rullani, E.; Moulier Boutang, Y.; Lazzarato, M. (eds.). *Capitalismo cognitivo, propiedad intelectual y creación colectiva*. (107–128). Madrid: Traficantes de Sueños. Recuperado de <https://www.traficantes.net/libros/capitalismo-cognitivo-propiedad-intelectual-y-creaci%C3%B3n-colectiva>
- Open Source Initiative. (2020). Frequently Answered Questions. *Open Source Initiative*. Recuperado de <https://opensource.org/faq#permissive>
- Organización Mundial del Comercio. (1994). Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio. Anexo 1C del Acuerdo de Marrakech. (341-374). Recuperado de https://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/27-trips_01_s.htm
- Pomerantz, J. y Peek, R. (2016). Fifty shades of open. *First Monday*, 21 (5), s/p. Recuperado de <https://doi.org/10.5210/fm.v21i5.6360>
- Public.Resource.Org. (2007). Open Government Data Principles. *Public.Resource.Org*. Recuperado de https://public.resource.org/8_principles.html
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española*. 23.^a edición. Recuperado de <https://www.rae.es/diccionario-de-la-lengua-espanola/la-23a-edicion-2014>
- Ritchie, D. M. y Thompson, K. (1973). The UNIX TimeSharing System. *The fourth ACM symposium on Operating system principles*. Nueva York. Recuperado de <https://pdos.csail.mit.edu/6.828/2004/readings/ritchie74unix.pdf>
- Rullani, E. (2004). El capitalismo cognitivo: ¿Un déjà-vu? En Blondeau, O.; Dyer Whiteford, N.; Vercellone, C.; Kyrou, A.; Corsani, A.; Rullani, E.; Moulier Boutang, Y.; Lazzarato, M.

- (eds.). Capitalismo cognitivo, propiedad intelectual y creación colectiva. (99–106). Madrid: Traficantes de Sueños. Recuperado de <https://www.traficantes.net/libros/capitalismo-cognitivo-propiedad-intelectual-y-creaci%C3%B3n-colectiva>
- Stallman, R. (1985). Realizable Fantasies: The GNU Manifesto. *Dr. Dobb's Journal*, 10 (3), 30-34.
- Stallman, R. (1986). What is the Free Software Foundation? *GNU's Bulletin*, 1 (1), 8-9. Recuperado de <https://www.gnu.org/bulletins/bull1.txt>
- Stallman, R. (1999). The GNU Operating System and the Free Software Movement. En DiBona, C.; Ockman, S. y Stone, M. (eds.). *Open Sources: Voices from the Open Source Revolution*. (31-38). Boston: O'Reilly & Associates. Recuperado de <https://smaldone.com.ar/documentos/libros/opensources.pdf>
- Stallman, R. (2002). The GNU Project and Free Software. En Gay, J. (ed.). *Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman*. (15-71). Boston: Free Software Foundation.
- Stallman, R. (2020). A Serious Bio. *Richard Stallman's personal site*. Recuperado de <https://stallman.org/biographies.html>
- Steinmueller, W. E. (1995). *The U.S. Software Industry: An Analysis and Interpretive History*. Berkeley: University of California.
- Stevens, H. (2013). *Life Out of Sequence. A data-driven history of Bioinformatics*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Stevenson, M. (2018). Having it both ways: Larry Wall, Perl and the technology and culture of the early web. *Internet Histories*, 2 (3-4), 264-280. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/24701475.2018.1495810>
- Stoyan, H. (1955). Early LISP History (1956-1959). En Boyer, R. S.; Schneider, E. S. y Steele, G. L. (eds.). *LFP '84: Proceedings of the 1984 ACM. Symposium on LISP and functional programming*. (299–310). Recuperado de <https://doi.org/10.1145/800055.802047>
- Strausser, B. J. (2011). The experimenter's museum: GenBank, natural history, and the moral economies of biomedicine. *Isis*, 102 (1), 60- 96. Recuperado de <https://doi.org/10.1086/658657>
- Urquhart, M. A. y Hewson, M. A. (1983). Unemployment continued to rise in 1982 as recession deepened. *Monthly Labor Review*, 3-12. Recuperado de <https://www.bls.gov/opub/mlr/1983/02/art1full.pdf>
- U.S. Copyright Office. (2020). Appendix A. The Copyright Act of 1976. *Copyright Law of the United States and Related Laws Contained in Title 17 of the United States Code*. (335-338). Washington: U.S. Copyright Office. Recuperado de <https://www.copyright.gov/title17/title17.pdf>
- U.S. Congress. (1980). Public Law 96-517. Recuperado de <https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-94/pdf/STATUTE-94-Pg3015.pdf>
- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research: Design and Methods*. Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Zukerfeld, M. (2005). Bienes Informacionales y capitalismo. En Arboleya, J. (ed.). *Pensar a Contracorriente, Concurso Internacional de Ensayo*. Volumen II. (215-244). La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
- Zukerfeld, M. (2007). Bienes Informacionales y Capitalismo Cognitivo. Conocimiento, información y acceso en el siglo XXI. *Razón y Palabra*, 11 (54), 1-15.
- Zukerfeld, M. (2010a). *Capitalismo y Conocimiento: Materialismo Cognitivo, Propiedad Intelectual y Capitalismo Informacional*. Volumen I. (Tesis inédita de doctorado). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Buenos Aires.

- Zukerfeld, M. (2010b). *Capitalismo y Conocimiento: Materialismo Cognitivo, Propiedad Intelectual y Capitalismo Informacional*. Volumen II. (Tesis inédita de doctorado). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Buenos Aires.
- Zukerfeld, M. (2010c). *Capitalismo y Conocimiento: Materialismo Cognitivo, Propiedad Intelectual y Capitalismo Informacional*. Volumen III. (Tesis inédita de doctorado). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Buenos Aires.
- Zukerfeld, M. (2014). Todo lo que usted quiso saber sobre Internet pero nunca se atrevió a googlear. *Hipertextos: Capitalismo, Técnica y Sociedad en debate*, 1 (2), 64-103. Recuperado de http://revistahipertextos.org/wp-content/uploads/2014/09/Hipertextos_no.2.64-103.pdf
- Zukerfeld, M. (2017a). *Knowledge in the Age of Digital Capitalism: An Introduction to Cognitive Materialism*. London: University of Westminster Press. Recuperado de <https://DOI.org/10.16997/book3>
- Zukerfeld, M. (2017b). The tale of the snake and the elephant: Intellectual property expansion under informational capitalism. *The Information Society*, 33 (5), 243–260. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/01972243.2017.1354107>
- Zukerfeld, M. (2017c). Typologies of knowledge: a reexamination from the perspective of cognitive materialism. *Prometheus*, 35 (1), 3–20. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/08109028.2017.1357259>